

**CONTROLE QUÍMICO DE PLANTAS VOLUNTÁRIAS DE SOJA E ALGODÃO TOLERANTES A DICAMBA****CHEMICAL CONTROL OF SOYBEAN AND COTTON VOLUNTEER PLANTS RESISTANT TO DICAMBA**Saul Jorge Pinto de Carvalho^{a*}, Gilmar José Picoli Júnior^b, Ramiro Fernando López Ovejero^b^aLaboratório de Grandes Culturas, Instituto Federal do Sul de Minas Gerais, Campus Machado, Minas Gerais, Brasil. ^bManejo de Resistência de Plantas Daninhas/Regulamentação, Bayer Crop Science, São Paulo, Brasil.*Autor correspondente: sjpcarvalho@yahoo.com.br.**INFORMAÇÕES DO ARTIGO****Histórico do artigo:**

Recebido: 08 Outubro 2019.

Aceito: 11 Agosto 2020.

Publicado: 02 Outubro 2020.

Palavras-chave/Keywords:*Glycine max/ Glycine max.**Gossypium hirsutum/ Gossypium hirsutum.*

Dessecação/ Desiccation.

Intacta Xtend[®]/ Intacta Xtend[®].

DGT/ DGT.

Financiamento:

Bayer Crop Science.

Direito Autoral: Este é um artigo de acesso aberto distribuído sob os termos da Licença Creative Commons, que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor e a fonte originais sejam creditados.

Citação deste artigo:

CARVALHO, S. J. P.; PICOLI JÚNIOR, G. J.; OVEJERO, R. F. L. Controle químico de plantas voluntárias de soja e algodão tolerantes a dicamba. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v. 19, n. 2. 2020.

RESUMO

Este trabalho foi desenvolvido com o objetivo de avaliar alternativas para controle químico de plantas voluntárias de soja e algodão, comparando-se cultivares comerciais tolerantes ao glyphosate com novos cultivares transgênicos tolerantes ao herbicida dicamba, em dois estádios fenológicos de aplicação. Quatro experimentos independentes foram desenvolvidos em casa-de-vegetação, repetidos por dois anos sucessivos. Em vasos, simulou-se a infestação de plantas voluntárias de algodão e soja, com dois materiais genéticos distintos. Para a cultura do algodão, adotou-se um cultivar tolerante ao glyphosate (Roundup Ready Flex[®]) e outro cultivar tolerante a dicamba e a glufosinato de amônio (DGT). O mesmo experimento foi repetido em plantas com duas ou quatro folhas definitivas. Para a soja, adotou-se um cultivar tolerante ao glyphosate (Intacta[®]) e outro tolerante ao glyphosate e ao dicamba (Xtend[®]). O mesmo experimento foi repetido em plantas com dois ou quatro trifólios completamente expandidos. O momento de aplicação e a dose dos herbicidas são fatores mais importantes a serem observados para atingir o controle consistente das plantas para cada tecnologia, principalmente para os herbicidas de contato. Quando os tratamentos foram aplicados no estágio e na dose recomendada, não foram observadas diferenças significativas de controle entre tecnologias presentes nos cultivares. Desta forma, independente das tecnologias contidas nos cultivares, as plantas voluntárias de algodão poderão ser controladas com 2,4-D, paraquat e flumiclorac, enquanto que as de soja com 2,4-D, paraquat e atrazina.

ABSTRACT

This work was conducted with the objective of evaluating alternatives for chemical control of soybean and cotton volunteer plants, comparing glyphosate-resistant commercial cultivars to new transgenic cultivars resistant to dicamba, in two growth stages. Four independent trials were designed in the greenhouse, repeated for two consecutive years. Infestation of cotton and soybean volunteer plants was simulated in plastic pots with two distinct genetic materials. For cotton, a glyphosate-resistant (Roundup Ready Flex[®]) and a dicamba and glufosinate-ammonium tolerant (DGT) cultivars were used. The same experiment was repeated on plants with two or four leaves. For soybean, a glyphosate-resistant cultivar (Intacta[®]) and a glyphosate and dicamba-resistant cultivar (Xtend[®]) were evaluated. The same experiment was repeated on plants with two or four completely expanded trifoliate leaves. In conclusion, the timing of application and herbicide rate are most important factors for consistent control of volunteer plants with different technologies, especially for contact herbicides. When herbicides were applied in early growth stage and using the recommended rate, no differences were observed across technologies present in the cultivars. Therefore, independently of the technology present in cultivars, cotton plants can be controlled by 2,4-D, paraquat and flumiclorac, while soybean plants can be controlled with 2,4-D, paraquat and atrazine.

1. Introdução

Ano após ano, o Brasil vem se destacando no cenário mundial de produção de grãos e fibras pela sua enorme área cultivada e altas produtividades. Somente na safra 2018/19, o Brasil registrou área cultivada com soja de 35,8 milhões de hectares, e produtividade média de 3.200 kg ha⁻¹, com destaque para as regiões Centro-Oeste e Sul, responsáveis por 78% desta área (CONAB, 2019). Quanto à cultura do algodoeiro, na mesma safra, o país teve 1,6 milhões de hectares cultivados e produtividade média de 4.200 kg ha⁻¹, com destaque para os estados do Mato Grosso e Bahia (CONAB, 2019). Em conjunto, são 37,4 milhões de hectares cultivados com estas culturas no país.

Por suas características de clima e solo, o país permite o cultivo de sucessivas culturas em um mesmo ano agrícola, com destaque para a combinação soja-milho, que predomina nas áreas de cultivo de cereais no Brasil (COSTA et al., 2014; LÓPEZ-OVEJERO et al., 2016; THEODORO et al., 2018); nas áreas do Mato Grosso, por sua vez, há predomínio da sucessão soja-algodão. Em ambas as situações, com frequência, plantas voluntárias de soja são encontradas nas culturas semeadas em sucessão, por consequência da abertura natural das vagens e por perdas nos processos de debulha durante colheita (TOLEDO et al., 2008; BRAZ et al., 2013).

As plantas voluntárias de soja que permanecem na área cultivada interferem no desenvolvimento natural da cultura semeada em sucessão e, também, servem de inóculo para perpetuação de patógenos importantes, tal como a ferrugem asiática da soja (*Phakopsora pachyrhizi*) (YONORI; NUNES JÚNIOR; LAZZAROTTO, 2004; TERASAWA et al., 2009; DAN et al., 2011). No caso do algodoeiro, a problemática é semelhante, visto que a eliminação das plantas voluntárias, bem como a destruição das soqueiras, é essencial para cumprimento do vazio sanitário, garantindo a ausência de plantas disponíveis para a alimentação do bicudo-do-algodoeiro, principal praga da cultura no Brasil (YORK et al., 2004; GRIGOLLI et al., 2015).

Com frequência, são adotadas alternativas químicas para controle de soja e algodão voluntários, indesejáveis nas culturas em sucessão. Contudo, as opções químicas vêm se tornando mais restritas, devido ao lançamento de cultivares transgênicos tolerantes a herbicidas, tais como novos eventos de resistência ao glyphosate, glufosinato de amônio, 2,4-D e dicamba (YORK; BEAM; CULPEPPER, 2005; DAN et al., 2009; PETTER et al., 2016; THEODORO et al., 2018). Com isso, torna-se essencial no desenvolvimento de novas tecnologias entender o manejo das plantas voluntárias, interferindo no mínimo possível no manejo que o agricultor realiza com as ferramentas atualmente utilizadas.

Outro aspecto que deve ser considerado para o controle químico é o estágio de desenvolvimento das plantas voluntárias no momento da aplicação. Este ponto pode ser crítico quanto à obtenção de níveis adequados de controle (BRAZ et al., 2013; LÓPEZ-OVEJERO et al., 2016), exigindo recomendações precisas de dose e ingrediente ativo. Assim sendo, este trabalho foi desenvolvido com o

objetivo de avaliar alternativas para controle químico de plantas voluntárias de soja e algodão, comparando-se cultivares comerciais tolerantes ao glyphosate com novos cultivares transgênicos tolerantes ao herbicida dicamba, em dois estádios fenológicos de aplicação.

2. Material e Métodos

Quatro experimentos independentes foram desenvolvidos em casa-de-vegetação localizada no município de Santa Cruz das Palmeiras – SP, Brasil (21° 49' 07" S, 47° 16' 06" W e 684 m de altitude), repetidos por dois anos sucessivos, 2015/16 e 2016/17. Os experimentos foram iniciados em outubro e concluídos até janeiro. Para tanto, em vasos, simulou-se a infestação de plantas voluntárias de algodão e soja, com dois materiais genéticos distintos, aplicando-se os herbicidas em dois estádios fenológicos de cada cultura.

Para a cultura do algodão, adotou-se um cultivar tolerante ao glyphosate (Roundup Ready Flex[®]; cultivar DP 1240 B2RF) e outro cultivar tolerante simultaneamente ao dicamba e ao glufosinato de amônio (DGT). Para a soja, adotou-se um cultivar tolerante ao glyphosate (Intacta[®]; cultivar M8210 IPRO) e outro tolerante ao glyphosate e dicamba (Xtend[®]). Os estádios fenológicos foram considerados como experimentos distintos para cada cultura. Assim sendo, para o algodoeiro, o mesmo experimento foi repetido em plantas com duas (V2) e quatro (V4) folhas definitivas. Para a soja, adotaram-se dois (V2) e quatro trifólios (V4) plenamente expandidos; todos repetidos por dois anos sucessivos.

Em todos os experimentos, as parcelas constaram de vasos plásticos com capacidade para 5 L, preenchidos com solo peneirado de textura muito argilosa, proveniente de um LATOSSOLO Vermelho, cujas propriedades físico-químicas estão descritas na Tabela 1. Em cada vaso, foram distribuídas cinco sementes de um dos materiais genéticos. Após a emergência, as plantas foram desbastadas, mantendo-se a densidade final de três plantas por vaso. As parcelas foram mantidas em sistema de irrigação automatizada, sem déficit hídrico. Todos os experimentos foram realizados em delineamento de blocos ao acaso, com quatro repetições.

Em cada experimento, os tratamentos foram resultado de esquema fatorial 2 x 8, considerando-se os dois materiais genéticos distintos e oito tratamentos herbicidas, totalizando 72 parcelas por experimento. Os tratamentos herbicidas aplicados sobre o algodão foram: cinco doses de 2,4-D (335,0; 502,5; 670,0; 837,5 e 1.005,0 g ha⁻¹ de equivalente ácido), paraquat (400,0 g ha⁻¹ de ingrediente ativo), flumiclorac (40 g ha⁻¹ de ingrediente ativo), além de testemunha sem aplicação. Em soja, os tratamentos foram (g ha⁻¹): cinco doses de 2,4-D (335,0; 502,5; 670,0; 837,5 e 1.005,0 g ha⁻¹ de e.a.), paraquat (400,0 g ha⁻¹ de i.a.), atrazina a (1.500,0 g ha⁻¹ de i.a.), além de testemunha sem aplicação. Aos tratamentos com paraquat foi adicionado o adjuvante Agral, em dose de 0,2% v/v; aos tratamentos com flumiclorac ou atrazina foi adicionado óleo mineral (0,5% v/v).

Tabela 1. Propriedades físico-químicas do solo utilizado nos experimentos, classificado como LATOSSOLO Vermelho de textura muito argilosa. Santa Cruz das Palmeiras - SP, 2016/17.

Análise Físico-Granulométrica						
Grossa	Areia Fina	Total	Silte	Argila	Densidade Real	Densidade Aparente
%						
			g cm ⁻³			
4,6	13,1	17,7	21,6	60,7	3,1	1,1
Classe Textural						
Muito Argiloso						
Análise Química ⁽¹⁾						
CaCl ₂	pH H ₂ O	SMP	P _{resina} mg dm ⁻³	M.O. g dm ⁻³	C	CTC mmol _c dm ⁻³
5,0	5,6	6,15	66	3,3	19	77,4
K	Ca	Mg	H + Al	SB	V	
mmol _c dm ⁻³						
3,4	28	10	36	41,4	53,5	

⁽¹⁾M.O. – Matéria orgânica; CTC – Capacidade de troca catiônica; SB – soma de bases; V - saturação por bases.

As pulverizações foram realizadas em condições ótimas de aplicação, com auxílio de um pulverizador costal de precisão, pressurizado por CO₂ sob pressão constante de 250 kPa, acoplado à barra de pulverização com duas pontas do tipo TTI 110.015, espaçadas em 0,5 m, posicionadas à 0,50 m dos alvos e com consumo de calda proporcional a 150 L ha⁻¹. O controle percentual das plantas foi avaliado aos 14 e 28 dias após aplicação (DAA). Para tanto, adotou-se escala recomendada pela SBPCD (1995), com variação entre zero e 100%, em que zero representou plantas plenamente saudáveis, sem sintomas, e 100% representou plantas mortas.

Todos os dados foram submetidos à aplicação do teste F na análise da variância, com 5% de significância. Os experimentos realizados por dois anos, foram submetidos ao teste de homogeneidade de variâncias de Pearson e Hartley (1956), conforme recomendado por Pimentel-Gomes e Garcia (2002). Os experimentos foram agrupados e analisados em conjunto quando apropriado. Quando houve significância do teste F, os tratamentos herbicidas foram agrupados conforme teste de Scott-Knott (SCOTT; KNOTT, 1974); por sua vez, os diferentes materiais genéticos foram comparados pelo teste 't', mais adequado para comparações em pares. Todos os testes foram aplicados utilizando 5% de significância.

3. Resultados e Discussão

Todos os experimentos idênticos, realizados por anos sucessivos, foram agrupados após teste de Pearson e Hartley (1956), assim sendo, os dados apresentados são as médias de dois anos de experimentos. No primeiro grupo de experimentos, para eliminação das plantas voluntárias de algodão em estágio V2, observaram-se valores de controle

crescentes entre as avaliações de 14 e 28 DAA, de modo que na segunda avaliação todos os tratamentos herbicidas foram eficientes para eliminar as plantas de algodão (Tabela 2). Neste estágio fenológico de aplicação, não foi detectado efeito das diferentes tecnologias de cultivares de algodão ou mesmo de interação fatorial. Dentre os tratamentos, flumiclorac foi aquele que alcançou o menor percentual de controle aos 28 DAA, ainda assim da ordem de 90% (Tabela 2).

Também avaliando o controle de algodão voluntário, York et al. (2004) concluíram que o sistema de manejo mais consistente para a cultura da soja foi baseado em aplicação de metribuzin + chlorimuron em pré-emergência, seguido de chlorimuron, flumiclorac, fomesafen ou 2,4-D em pós-emergência. Estes tratamentos controlaram as plantas de algodão no mínimo em 95% em todas as localidades. Neste contexto, o herbicida flumiclorac torna-se também uma adequada opção para controle de algodão voluntário, possivelmente complementado por aplicação prévia de um pré-emergente.

Para o experimento com aplicações sobre o algodoeiro em V4, detectou-se interação fatorial aos 14 e 28 DAA (Tabela 3), justificando a decomposição da interação. Neste caso, aos 14 DAA, o cultivar DGT (tolerante a dicamba e glufosinato de amônio) foi melhor controlado que o cultivar RR Flex[®] para pulverizações de 2,4-D. Aos 28 DAA, por sua vez, os dois materiais genéticos foram adequadamente controlados pelo 2,4-D em doses iguais ou superiores a 837,5 g ha⁻¹. Para as aplicações de 2,4-D (sistêmico) em V4, foi fundamental utilizar a dose recomendada (670 g ha⁻¹) para atingir controle consistente. Em qualquer das datas de avaliação, os cultivares foram controlados pelo paraquat (herbicida de contato) indicando maior flexibilidade com relação ao momento de aplicação.

Tabela 2. Controle percentual¹ de plantas voluntárias de algodão (Roundup Ready Flex[®] e DGT) com diferentes tratamentos herbicidas, quando aplicadas em estágio de duas folhas, avaliado aos 14 e 28 dias após aplicação (DAA). Médias de dois anos sucessivos de experimentos e dois materiais genéticos. Santa Cruz das Palmeiras – SP, 2016/17.

Tratamentos		Avaliações (DAA)	
Herbicida	Dose (g ha ⁻¹)	14	28
Testemunha sem aplicação		0,0 E	0,0 C
2,4-D	335,0	76,6 D	95,6 A
2,4-D	502,5	82,5 C	97,5 A
2,4-D	670,0	85,9 C	98,8 A
2,4-D	837,5	89,1 B	100,0 A
2,4-D	1.005,0	88,1 B	97,8 A
Paraquat ²	400,0	98,6 A	99,4 A
Flumiclorac ³	40,0	93,4 A	90,0 B
F _{trat}		266,481*	599,344*
F _{alg} ⁴		0,323 ^{NS}	0,154 ^{NS}
F _{int}		0,618 ^{NS}	0,605 ^{NS}
CV(%)		10,13	6,63

*Teste F significativo a 5% de probabilidade; ^{NS}Teste F não significativo; ¹Médias seguidas por letras iguais nas colunas não diferem entre si segundo teste de Scott-Knott, com 5% de significância; ²Adição de Agram a 0,2% v/v; ³Adição de óleo mineral a 0,5% v/v; ⁴Teste F não significativo para os cultivares de algodão, tolerante somente a glyphosate (RR Flex[®]) e tolerante a dicamba e a glufosinato de amônio (DGT).

No caso do flumiclorac (herbicida de contato), o cultivar DGT teve controles abaixo de 84% por este herbicida, aos 14 e 28 DAA (Tabela 3), o que define a importância da pulverização em estágio fenológico mais precoce (Tabela 2). As pequenas diferenças de controle

obtidos para os cultivares com 2,4-D e flumiclorac se devem, provavelmente, a diferenças naturais de suscetibilidade, inerentes aos materiais genéticos, sem relação com os genes e tecnologias de transgenias implantados nas mesmas.

Tabela 3. Controle percentual¹ de plantas voluntárias de algodão (Roundup Ready Flex[®] e DGT) com diferentes tratamentos herbicidas, quando aplicadas em estágio de quatro folhas, avaliado aos 14 e 28 dias após aplicação (DAA). Médias de dois anos sucessivos de experimentos. Santa Cruz das Palmeiras – SP, 2016/17.

Tratamentos		Avaliações			
Herbicida	Dose (g ha ⁻¹)	14 DAA		28 DAA	
		RR Flex	DGT	RR Flex	DGT
Testemunha sem aplicação		0,0 E a	0,0 F a	0,0 D a	0,0 D a
2,4-D	335,0	52,5 D a	55,0 E a	73,8 C b	88,8 B a
2,4-D	502,5	59,4 C b	66,3 D a	83,1 B b	96,3 A a
2,4-D	670,0	63,1 B b	73,1 C a	90,0 A b	97,5 A a
2,4-D	837,5	68,1 B b	78,1 B a	93,1 A a	95,6 A a
2,4-D	1.005,0	68,1 B b	81,3 B a	94,4 A a	100,0 A a
Paraquat ²	400,0	93,1 A a	95,6 A a	98,8 A a	99,4 A a
Flumiclorac ³	40,0	91,3 A a	83,1 B b	92,5 A a	74,4 C b
F _{trat}		367,817*		388,965*	
F _{alg} ⁴		18,617*		7,754*	
F _{int}		5,133*		9,442*	
DMS _t		5,99		6,61	
CV(%)		9,40		8,35	

*Teste F significativo a 5% de probabilidade; ¹Médias seguidas por letras maiúsculas iguais nas colunas não diferem entre si segundo teste de Scott-Knott, com 5% de significância; Médias seguidas por letras minúsculas iguais nas linhas não diferem entre si segundo teste 't', com 5% de significância; ²Adição de Agram a 0,2% v/v; ³Adição de óleo mineral a 0,5% v/v; ⁴Teste F para os cultivares de algodão, tolerante somente a glyphosate (RR Flex[®]) e tolerante a dicamba e a glufosinato de amônio (DGT).

Ainda, considerando-se o controle de plantas voluntárias da cultura do algodoeiro, fica claro que a aplicação em estágio fenológico precoce facilita o controle das plantas voluntárias, sem diferenças entre os cultivares e possibilitando o uso de 2,4-D, paraquat ou flumiclorac (Tabela 2), ou seja, quanto mais precoce o algodão, mais alternativas haverá para o manejo. À medida em que as plantas crescem, desenvolvem seu aparato metabólico e/ou a possível exclusão dos xenobióticos, resultando em maior dificuldade de controle, o que sugere o uso das maiores doses de 2,4-D e o herbicida paraquat (Tabela 3). Assim, uma possível explicação para estes resultados relaciona-se ao fato de que plantas mais desenvolvidas possuem aparato enzimático mais completo e ativo, possibilitando que decomponham ou excluam maior quantidade de ingrediente

ativo com menor manifestação de sintomas (CARVALHO et al., 2009; DIAS; CARVALHO; CHRISTOFFOLETI, 2013). Com isso, à medida que as plantas de algodão se desenvolvem, tornam-se mais capazes de metabolizar os herbicidas e, por consequência, mais tolerantes à aplicação.

Quanto à aplicação dos herbicidas em plantas voluntárias de soja com dois trifólios (Tabela 4), detectou-se interação fatorial de herbicidas e cultivares aos 14 e 28 DAA. Embora tenha ocorrido interação, houve diferenças para doses reduzidas de 2,4-D, fora da recomendação usual em campo, que é igual ou superior a 670 g ha⁻¹. A adoção de maiores doses de 2,4-D (837,5 e 1005,0 g ha⁻¹), bem como os tratamentos com paraquat e atrazina, resultaram em excelente controle das plantas voluntárias, superior a 90%, sem diferenças entre os cultivares analisadas (Tabela 4).

Tabela 4. Controle percentual¹ de plantas voluntárias de soja (Intacta® e Xtend®) com diferentes tratamentos herbicidas, quando aplicadas em estágio de dois trifólios, avaliado aos 14 e 28 dias após aplicação (DAA). Médias de dois anos sucessivos de experimentos. Santa Cruz das Palmeiras – SP, 2016/17.

Tratamentos		Avaliações			
		14 DAA		28 DAA	
Herbicida	Dose (g ha ⁻¹)	Intacta	Xtend	Intacta	Xtend
Testemunha sem aplicação		0,0 D a	0,0 C a	0,0 C a	0,0 C a
2,4-D	335,0	48,8 C b	74,4 B a	55,6 B b	75,0 B a
2,4-D	502,5	78,1 B b	91,0 A a	92,5 A a	96,9 A a
2,4-D	670,0	88,0 A b	96,8 A a	96,3 A a	100,0 A a
2,4-D	837,5	92,4 A a	98,9 A a	100,0 A a	100,0 A a
2,4-D	1.005,0	93,9 A a	99,8 A a	100,0 A a	100,0 A a
Paraquat ²	400,0	100,0 A a	100,0 A a	99,4 A a	100,0 A a
Atrazina ³	1.500,0	95,4 A a	95,8 A a	98,1 A a	98,1 A a
F _{trat}		343,181*		535,795*	
F _{soja} ⁴		33,530*		10,725*	
F _{int}		5,598*		4,805*	
DMS _t		7,26		6,02	
CV(%)		9,36		7,41	

*Teste F significativo a 5% de probabilidade; ¹Médias seguidas por letras maiúsculas iguais nas colunas não diferem entre si segundo teste de Scott-Knott, com 5% de significância; Médias seguidas por letras minúsculas iguais nas linhas não diferem entre si segundo teste 't', com 5% de significância; ²Adição de Agral a 0,2% v/v; ³Adição de óleo mineral a 0,5% v/v; ⁴Teste F para os cultivares de soja, tolerante somente a glyphosate (Intacta®) e tolerante a dicamba e a glyphosate (Xtend®).

Para os experimentos com soja, na aplicação dos herbicidas em estágio de quatro trifólios (Tabela 5), também não foi detectada interação fatorial, apenas efeito de tratamentos herbicidas. Neste caso, aos 14 DAA, doses de 2,4-D iguais ou superiores a 670 g ha⁻¹ controlaram adequadamente as plantas de soja, assim como o tratamento com paraquat e atrazina. Resultados semelhantes foram encontrados aos 28 DAA, com exceção para o paraquat que se diferenciou dos melhores tratamentos, porém ainda assim com controle da ordem de 95,3% (Tabela 5), sem diferenças entre os cultivares estudados. Todas as moléculas herbicidas utilizadas, nas doses recomendadas, alcançaram níveis de controle adequados para recomendação em campo, superiores a 80% (FRANS et al., 1986).

Comparando os cultivares de soja Conquista e

Valiosa RR®, Dan et al. (2011) relataram possíveis diferenças entre os cultivares por consequência da dose e do herbicida aplicado. Contudo, os herbicidas 2,4-D (1.340 g ha⁻¹), paraquat (400 g ha⁻¹) e atrazina (1.500 g ha⁻¹) promoveram controle superior a 80%, sem diferença entre os materiais genéticos, mantendo-se como opções adequadas para eliminação da soja voluntária.

Também avaliando o controle de plantas voluntárias de soja, Theodoro et al. (2018) encontraram controle pleno do cultivar Potência 5D6215RR com adoção de glufosinato de amônio, atrazina isolada ou em mistura com mesotrione, nicosulfuron e tembotrione. Relatam, também, que a pulverização de dicamba promoveu controle total do cultivar aos 7 e 14 DAA, indiferente do estágio fenológico registrado. Com relação ao estágio fenológico, Braz et al.

(2013), por sua vez, concluíram que plantas voluntárias de soja pulverizadas com dois trifólios (V2) foram mais tolerantes aos herbicidas pyriithobac-sodium, amonio-glufosinate, glyphosate e trifloxysulfuron-sodium do que

plantas com apenas um trifólio (V1). Desta forma, quanto mais avançado for o estágio de desenvolvimento das plantas voluntárias, maior será a dificuldade de controle.

Tabela 5. Controle percentual¹ de plantas voluntárias de soja (Intacta® e Xtend®) com diferentes tratamentos herbicidas, quando aplicadas em estágio de quatro trifólios, avaliado aos 14 e 28 dias após aplicação (DAA). Médias de dois anos sucessivos de experimentos e dois materiais genéticos. Santa Cruz das Palmeiras – SP, 2016/17.

Tratamentos		Avaliações (DAA)	
Herbicida	Dose (g ha ⁻¹)	14	28
Testemunha sem aplicação		0,0 D	0,0 D
2,4-D	335,0	51,9 C	63,8 C
2,4-D	502,5	85,1 B	90,6 B
2,4-D	670,0	92,7 A	97,8 A
2,4-D	837,5	97,8 A	99,1 A
2,4-D	1.005,0	98,0 A	100,0 A
Paraquat ²	400,0	91,5 A	95,3 B
Atrazina ³	1.500,0	95,0 A	100,0 A
F _{trat}		318,059*	225,446*
F _{soja} ⁴		1,017 ^{NS}	0,111 ^{NS}
F _{int}		1,349 ^{NS}	0,334 ^{NS}
CV(%)		10,08	11,48

*Teste F significativo a 5% de probabilidade; ^{NS}Teste F não significativo; ¹Médias seguidas por letras iguais nas colunas não diferem entre si segundo teste de Scott-Knott, com 5% de significância; ²Adição de Agral a 0,2% v/v; ³Adição de óleo mineral a 0,5% v/v; ⁴Teste F não significativo para os cultivares de soja, tolerante somente a glyphosate (Intacta®) e tolerante a dicamba e a glyphosate (Xtend®).

Em geral, para o algodoeiro e para a soja, observou-se a influência do mecanismo de ação no tempo de resposta dos tratamentos herbicidas, bem como o estágio fenológico para a máxima eficácia. No caso do 2,4-D, trata-se de um herbicida sistêmico que necessita de mais tempo para alcançar a máxima eficácia, de modo que os valores de controle registrados aos 28 DAA, com frequência, são superiores aqueles encontrados aos 14 DAA. Por outro lado, os herbicidas paraquat e flumiclorac são produtos de contato. Neste caso, estes herbicidas obtêm ação máxima mais rapidamente, com pequena variação entre as datas de avaliação, porém são mais sensíveis ao estágio fenológico das plantas no momento das aplicações.

Com este conjunto de experimentos fica claro que a adoção de cultivares com tecnologia para tolerância ao dicamba não altera as recomendações de controle de plantas voluntárias de algodão ou soja. A resistência de soja e algodão ao dicamba não foi conferida pelos meios tradicionais de transgenia, tais como da soja tolerante ao glyphosate (gene CP4), fundamentados em insensibilidade enzimática. No caso do dicamba, a tolerância é baseada em degradação metabólica específica, ou seja, o dicamba é degradado nas plantas por ação de enzimas, mais precisamente da *dicamba o-demethylase* (DODM), derivada de *Pseudomonas maltophilia* DI-6 (SUBRAMANIAN et al., 1997; WANG et al., 1997; UNDERWOOD, 2017). Neste caso, a reação torna-se restrita ao dicamba, sem afetar o 2,4-D, mesmo tratando-se de um herbicida mimetizador de auxinas com o mesmo mecanismo de ação.

4. Conclusões

O estágio mais precoce de aplicação e a adoção da dose recomendada dos herbicidas impactam mais o sucesso no controle das plantas voluntárias do que a possível diferença entre as tecnologias contidas nos cultivares. Portanto, cultivares de algodão com tolerância ao dicamba + glufosinato de amônio (DGT) podem ser controlados com 2,4-D, paraquat e flumiclorac. Enquanto que os cultivares de soja com tolerância ao dicamba + glyphosate (tecnologia Xtend®) podem ser controlados por 2,4-D, paraquat e atrazina.

Referências

Braz, G. B. P.; Oliveira Júnior, R. S.; Constantin, J.; Oliveira Neto, A. M.; Dan, H. A.; Guerra, N.; Osipe, J. B.; Takano, H. K. Alternativas para o controle de soja RR® voluntária na cultura do algodoeiro. **Bioscience Journal**, v. 29, n. 2, p. 360-369, 2013.

Carvalho, S. J. P.; Nicolai, M.; Ferreira, R. R.; Figueira, A. V. O.; Christoffoleti, P. J. Herbicide selectivity by differential metabolism: consideration for reducing crop damages. **Scientia Agricola**, v. 66, n. 1, p. 136-142, 2009.

CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira: grãos**, v. 6 - Safra

2018/19 - Nono levantamento, Brasília, 2019. p. 1-113.

Costa, N. V.; Zobiole, L. H. S.; Scariot, C. A.; Pereira, G. R.; Moratelli, G. Glyphosate tolerant volunteer corn control at two development stages. **Planta Daninha**, v. 32, n. 4, p. 675-682, 2014.

Dan, H. A.; Procópio, S. O.; Barroso, A. L. L.; Dan, L. G. M.; Oliveira Neto, A. M.; Guerra, N. Controle de plantas voluntárias de soja com herbicidas utilizados em milho. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 6, n. 2, p. 253-257, 2011.

Dan, H. A.; Barroso, A. L. L.; Procópio, S. O.; Dan, L. G. M.; Oliveira Neto, A. M.; Guerra, N.; Braz, G. B. P. Controle químico de plantas voluntárias de soja Roundup Ready®. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v. 8, n. 3, p. 96-101, 2009.

Dias, A. C. R.; Carvalho, S. J. P.; Christoffoleti, P. J. Fenologia da trapoeira como indicador para tolerância ao herbicida glyphosate. **Planta Daninha**, v. 31, n. 1, p. 185-191, 2013.

Frans, R.; Talbert, R.; Marx, D.; Crowley, H. Experimental design and techniques for measuring and analyzing plant responses to weed control practices. In: Camper, N.D. (Ed.) **Research methods in weed science**. 3 ed. Champaign: Southern Weed Science Society, 1986. p. 29-46.

Grigolli, J. F. J.; Crosariol Netto, J.; Izeppi, T. S.; Souza, L. A.; Fraga, D. F.; Busoli, A. C. Infestação de *Anthonomus grandis* (Coleoptera: Curculionidae) em rebrota de algodoeiro. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 45, n. 2, p. 200-208, 2015.

López-Ovejero, R. F.; Soares, D. J.; Oliveira, N. C.; Kawaguchi, I. T.; Berger, G. U.; Carvalho, S. J. P.; Christoffoleti, P. J. Interferência e controle de milho voluntário tolerante ao glifosato na cultura da soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 51, n. 4, p. 340-347, 2016.

Pearson, E. S.; Hartley, H. O. **Biometrika tables for statisticians**. Cambridge: The University Press, 1956. 238 p.

Petter, F. A.; Pacheco, L. P.; Silva, A. F.; Morais, L. A. Management of volunteer plants in cultivation systems of soybeans, corn and cotton resistant to glyphosate. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v. 15, n. 1, p. 58-66, 2016.

SBCPD - Sociedade Brasileira da Ciência das Plantas Daninhas. **Procedimentos para instalação, avaliação e análise de experimentos com herbicidas**. Londrina: SBCPD, 1995. 42 p.

Scott, A. J.; Knott, M. A. Cluster analysis method for grouping means in the analysis of variance. **Biometrics**, v. 30, n. 2, p. 507-512, 1974.

Subramanian, M. V.; Tuckey, J.; Patel, B.; Jensen, P. J. Engineering dicamba selectivity in crops: a search for appropriate degradative enzyme(s). **Journal of Industrial Microbiology e Biotechnology**, v. 19, n. 5-6, p. 344-349, 1997.

Terasawa, J. M.; Panobianco, M.; Possamai, E.; Koehler, H. S. Antecipação da colheita na qualidade fisiológica de sementes de soja. **Bragantia**, v. 68, n. 3, p. 765-773, 2009.

Theodoro, J. G. C.; Oliveira, G. M. P.; Santos, E. S. T. S.; Paduan, F. N.; Aalberti, R. P.; Lofrano, L. G.; Osipe, J. B. Herbicidas utilizados em milho no controle de soja voluntárias. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v. 17, n. 4, e616, 2018.

Toledo, A.; Tabile, R. A.; Silva, R. P.; Furlani, C. E. A.; Magalhães, S. C.; Costa, B. O. Caracterização das perdas e distribuição de cobertura vegetal em colheita mecanizada de soja. **Engenharia Agrícola**, v. 28, n. 4, p. 710-719, 2008.

Underwood, M. G. **Determining the fit of dicamba-resistant soybean for Ontario agriculture**. 2017. 133 f. Thesis (Master of Science in Plant Agriculture) – The University of Guelph, Guelph, Ontario, Canada, 2017.

Wang, X. Z.; Li, B.; Herman, P. L.; Weeks, D. P. A three-component enzyme system catalyzes the O demethylation of the herbicide dicamba in *Pseudomonas matophilia* DI-6. **Applied and Environmental Microbiology**, v. 63, n. 4, p. 1623-1626, 1997.

Yonori, J. T.; Nunes Júnior, J.; Lazzarotto, J. J. **Ferrugem “asiática” da soja no Brasil: evolução, importância econômica e controle**. Londrina: Embrapa Soja, 2004. 36 p. (Documentos n. 247).

York, A. C.; Stewart, A.M.; Vidrine, P. R.; Culpepper, A. S. Control of volunteer glyphosate-resistant cotton in glyphosate-resistant soybean. **Weed Technology**, v. 18, n. 3, p. 532-539, 2004.

York, A. C.; Beam, J. B. B.; Culpepper, A. S. Control of volunteer glyphosate-resistant soybean in cotton. **Journal of Cotton Science**, v. 9, n. 1, p. 102-109, 2005.